

Региональная научно-практическая конференция, посвящённая 50-летию первого полета человека в космос

Рисунок 1. Экспериментальная позиционная характеристика датчика линейных перемещений с ферромагнитным сердечником

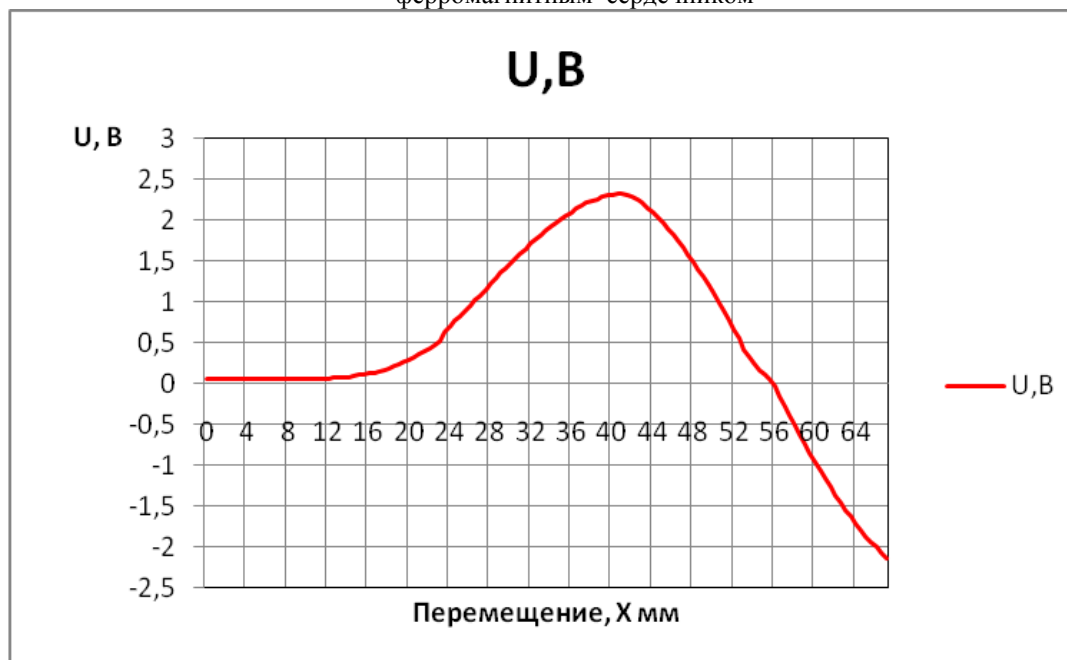


Рисунок 2. Экспериментальная позиционная характеристика датчика линейных перемещений с комбинированным (сталь-медь) сердечниками.

Из сравнения результатов экспериментальных исследований (рис.1-2) видно, что применение комбинированного сердечника позволило повысить чувствительность датчика в диапазоне измеряемых перемещений 40-68 мм в 2,9 раза по сравнению с чувствительностью датчика с ферромагнитным сердечником

УДК 621.391.6

ДИФРАКЦИОННЫЕ РЕШЕТКИ С УПРАВЛЯЕМОЙ АМПЛИТУДНОЙ И АМПЛИТУДНО-ФАЗОВОЙ ФУНКЦИЯМИ ПРОПУСКАНИЯ ДЛЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СБОРА ИНФОРМАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Паранин В.Д.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет), г. Самара

Мировой практике известны фазовые управляемые дифракционные оптические элементы (УДОЭ) на основе электрооптического эффекта. Принцип их действия основан на изменении показателя преломления оптической среды и фазовой функции элемента при воздействии управляющего электрического поля электродов. Электроды УДОЭ имеют размеры единицы-десятки микрометров и представляют собой дифракционную решетку, периодическую или аperiodическую. Соответственно, изменение фазовой функции оптического излучения, падающего на дифракционную решетку электродов, приводит к изменению его диаграммы направленности. Описанный принцип действия и конструкция фазовых УДОЭ позволяет осуществить модуляцию интенсивности света, отклонение оптического излучения, коррекцию фазового фронта.

Одним из направлений развития класса УДОЭ является создание гибридных элементов, действие которых основано на нескольких функциональных эффектах одновременно. Примером подобных элементов являются УДОЭ на основе многолучевой интерференции и

дифракционного рассеяния. Конструкции гибридных УДОЭ позволяют существенно снизить управляющие напряжения и мощности, организовать независимые каналы управления и компенсации.

В настоящей работе развивается новый класс амплитудно-фазовых УДОЭ, обладающих сниженными напряжениями по сравнению с известными управляемыми фазовыми элементами. Так, если световая волна на выходе элемента под действием электрического поля приобретает определенное распределение фазы по сечению, вызывающее дополнительно изменение диаграммы направленности (рассеяние, отклонение света), то можно говорить о гибридном амплитудно-фазовом УДОЭ. Преимуществом подобных элементов будет сниженное управляющее напряжение по сравнению с амплитудными и фазовыми УДОЭ, поскольку в конструкции используются два механизма изменения интенсивности света на выходе - механизм поляризационного изменения и механизм дифракционного рассеяния. Для отнесения УДОЭ к классу амплитудных или амплитудно-фазовых можно воспользоваться неравенством $|\Delta\varphi| \ll 2\pi$, где $\Delta\varphi$ – изменение фазы под действием электрического поля. Если данное неравенство выполняется, то УДОЭ является амплитудным, если не выполняется – амплитудно-фазовым.

Вариант конструкции амплитудно-фазового УДОЭ, работающего в проходящем свете, приведен на рис.1. Параллельный световой пучок 1 проходит через поляризатор 2 и разделяется в электрооптическом кристалле 3 на необыкновенную и обыкновенную волны. Данные волны распространяются в кристалле с различными скоростями, приобретая на выходе кристалла определенную разность фаз. Данная разность фаз определяет интерференцию обыкновенной и необыкновенных волн и интенсивность света на выходе анализатора 6. С помощью управляющих электродов 4, покрытых защитным слоем 5, возможно изменение фаз распространяющихся оптических волн, и, следовательно, интенсивности светового пучка на выходе анализатора 6. Поляризатор и анализатор задают интенсивность света на выходе при отсутствии управляющего электрического поля, а также состояние поляризации выходной световой волны. Так реализуются амплитудные и амплитудно-фазовые УДОЭ.

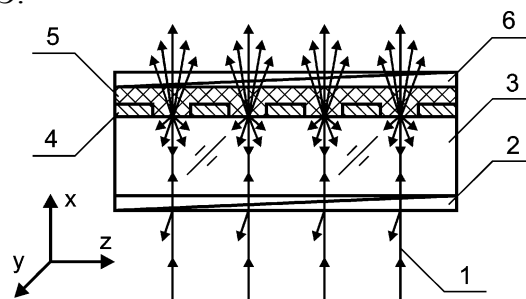


Рисунок1. Конструкция амплитудно-фазового УДОЭ: 1 – падающее излучение, 2 – поляризатор, 3 – электрооптический материал, 4 – управляющие электроды, 5 – защитный слой, 6 – анализатор

Для моделирования интенсивности в картинной плоскости УДОЭ был выбран случай дифракции Фраунгофера на одномерных структурах. Моделировались амплитудный, фазовый и амплитудно-фазовый УДОЭ. Ширина электродов составляла 5 мкм, период решетки электродов - 10 мкм, расстояние до картинной плоскости – 10 см, распределение потенциалов имело вид $0 - U - 0 - U$ и т.д. При расчетах дифракционной картины полагалось, что толщина защитного слоя и анализатора мала и распределение интенсивности света на выходе решетки электродов и анализатора одинаково. Распределение управляющего электрического поля рассчитывалось методом конечных разностей. На рис.2 приведено относительное изменение интенсивности нулевого дифракционного максимума по уровню 0,1 для различных типов УДОЭ.



Рисунок 2. Изменение интенсивности нулевого максимума различных УДОЭ: 1 – амплитудный УДОЭ; 2 – фазовый УДОЭ; 3 – амплитудно-фазовый УДОЭ

Согласно полученным данным, наибольшим управляющим напряжением (≈ 85 В) обладают амплитудные УДОЭ, наименьшим – амплитудно-фазовые УДОЭ (≈ 40 В). По сравнению с амплитудными и фазовыми УДОЭ амплитудно-фазовые элементы обеспечивают большую глубину модуляции. Для амплитудно-фазовых УДОЭ (кривая 3 на рис.2) в области межэлектродных напряжений 0 – 40 В – действия дифракционного и поляризационного механизмов совпадают и направлены на снижение интенсивности 0-го максимума. В области 40 – 85 В действия дифракционного и поляризационного механизмов противоположны, однако механизм дифракционного изменения преобладает и обеспечивает увеличение интенсивности 0-го максимума. В области 85 – 100 В механизмы дифракционного и поляризационного изменения интенсивности совпадают и направлены на снижение интенсивности 0-го максимума.

Таким образом, предложенные в работе конструкция и принцип действия гибридных амплитудно-фазовых УДОЭ теоретически обладают большей чувствительностью к управляющим электрическим напряжениям по сравнению с известными фазовыми УДОЭ. Возможность управления амплитудной и фазовой функциями УДОЭ позволяет реализовать оптические модуляторы и коммутаторы, управляемые спектральные фильтры с непрерывным и дискретным смещением спектра, адаптивным изменением его ширины.

УДК 621.384.62

ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЧАСТИЦ ПО СЕЧЕНИЮ ТРАКТА УСКОРИТЕЛЯ

Пияков А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва
(национальный исследовательский университет), г. Самара

При проектировании ускорителей пылевых частиц возникает задача построения физико-математической модели движения частиц в тракте ускорителя. Все существующие модели либо учитывают лишь осевое движение частиц, либо детерминированное движение частиц с учетом осевой и радиальной составляющих. Однако, как показала практика, данные модели не могут в целом описать вероятность прохождения частиц через тракт ускорителя. Таким образом, возникает задача построения вероятностной модели движения частиц в тракте электродинамического ускорителя. Для проверки такой модели на адекватность необходимо экспериментальное измерение углового и радиального распределения частиц в тракте электродинамического ускорителя.